Aus der Chirurgischen Universitätsklinik Würzburg
Direktor: Professor Dr. W. Wachsmuth

Kreislauftest bei peripheren Durchblutungsstörungen mittels Zyklop

Inaugural - Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius - Maximilians - Universität Würzburg

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Rolf Lützelberger

aus Coburg

Würzburg 1955

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543524_0097

Aus der Chirurgischen Universitätsklinik Würzburg
Direktor: Professor Dr. W. Wachsmuth

Kreislauftest bei peripheren Durchblutungsstörungen mittels Zyklop

Inaugural - Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius - Maximilians - Universität Würzburg

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Rolf Lützelberger

aus Coburg

Würzburg 1955

Tag der mündl. Prüfung:
12.Dez. 1955

Referent: Privatdozent Dr. med. F. H o l l e

Korreferent: Professor Dr. med. W. W a c h s m u t h

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit

gewidmet

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Über die physiologische Stromgeschwindigkeit des Blutes	1
Die peripheren Durchblutungsstörungen	2
Verfahren zur Prüfung peripherer Durchblutungsstörungen	5
Methodik zum Kreislauftest mittels Zyklop	7
Ergebnisse der Versuche	10
Zusammenfassung	27
Literaturverzeichnis	30

Über die physiologische Stromgeschwindigkeit des Blutes

Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist es, festzustellen inwieweit der Zyklop der Fa. Kipp-Delft-Holland zum Kreislauftest bei peripheren Durchblutungsstörungen verwendbar ist. Zunächst soll von der physiologischen Stromgeschwindigkeit des Blutes aus aufgezeigt werden, worin der Kreislauftest besteht.

Solange der Zufluß vom Herzen konstant bleibt, und solange die Widerstände der Strombahn sich nicht ändern, ist der Blutstrom in einem gleichmäßigen Zustand, den man den stationären nennt. Da das Blut, wie die tropfbaren Flüssigkeiten überhaupt, so gut wie inkompressibel ist, und somit eine Dehiszenz der einzelnen Flüssigkeitsschichten nicht eintreten kann, muß, bei stationärem Zustand des Blutstromes, bei jedem gegebenen Querschnitt eines wie immer gestalteten Röhrensystems, in dem das Blut strömt, dieselbe Blutmenge hindurchfließen. Demnach wird ceteris paribus die Stromgeschwindigkeit umgekehrt proportional dem Querschnitt sein müssen, d. h. in dem Maße abnehmen, wie der Gefäßquerschnitt zunimmt und umgekehrt. Daraus geht schon hervor, daß, da von der Aorta resp. Pulmonalarterie peripherwärts der Gesamtquerschnitt infolge der zahlreichen Verästelungen sich vergrößert und die Erweiterung des Querschnitts in den Kapillaren ihr Maximum erreicht, die Stromgeschwindigkeit in entsprechendem Maße von den Arterien bis zu den Kapillaren abnehmen und in letzteren ihren niedrigsten Wert erreichen muß. Umgekehrt nimmt die Stromgeschwindigkeit wieder zu, wenn sich beim Übergang der Kapillaren in die Venenwurzeln - vollends beim Zusammenfluß der kleineren Venen in die größeren - der Gesamtquerschnitt allmählich verkleinert. Neben der kontinuierlichen Strömung beobachtet man eine periodische stoßweise Beschleunigung des Blutstromes, entsprechend der durch die Herzsystole erregten und durch die Arterien ablaufenden Bergwelle. Wenn man daher von Stromgeschwindigkeit in den Arterien spricht, so meint man die mittlere Geschwindigkeit, d. h. das Mittel aus der kontinuierlichen Strömung und ihrer periodischen Beschleunigung.

Es ist bei der Durchlaufszeit des Blutes durch die Arteria

femoralis von entscheidender Wichtigkeit, ob die Arterienwände normal elastisch und durchgängig sind oder ob funktionelle oder organische Gefäßwandschäden vorliegen. Bei einer Unterbrechung der Arteria femoralis, wenn also das Blut auf seinem Wege zum Fuß Gefäßkollaterale benutzen muß, kann die Durchlaufszeit des Blutes vom Leistenband bis zum dorsum pedis auf ein Vielfaches ansteigen. Diese Durchlaufszeit des Blutes vom Leistenband bis zur Arteria dorsalis pedis ist es, die beim Kreislauftest mittels Zyklopen gemessen werden soll.

Der Test kommt zur Anwendung bei der Serienarteriographie. Wir bewerten mit dessen Hilfe die Zeitintervalle, in denen die einzelnen Aufnahmen angefertigt werden.

Hat man beispielsweise eine Durchlaufszeit von 15 Sekunden vom Leistenband bis zum dorsum pedis gemessen, so teilt man diese Zahl durch drei. Man schießt die erste Aufnahme nach 5, die zweite nach 10 und die dritte nach 15 Sekunden. Um auch die venöse Phase zu erhalten, dividiert man die gemessene Zahl (15) durch zwei und addiert diese Zeit zu 15 dazu. Die vierte Aufnahme würde man also nach 23 Sekunden aufnehmen.

Die peripheren Durchblutungsstörungen

Unter peripheren Durchblutungsstörungen verstehen wir Zustände an den Gliedmaßen, die plötzlich oder allmählich auftreten und mit zum Teil sehr starken Schmerzen, mit blasser oder dunkelroter Verfärbung, mit Kältegefühl und oft mit Verschwinden des peripheren Pulses einhergehen. Die Kennzeichen jeglicher Durchblutungsstörung sind: Schmerz, Veränderungen der Hautfarbe, Abweichen der Hautwärme vom Normalwert, Pulsationsstörungen, abnorme Venenfüllung, Sensibilitätsstörungen und trophische Störungen. Dazu kommen nicht selten Paraesthesien (Kribbeln, Stechen) und schließlich sicht- oder fühlbare Veränderungen der Gefäße selbst; ferner an Extremitäten Abnahme der muskulären Leistung (Schmerzen und schnelle Ermüdbarkeit). Diese Symptome treten bei folgenden Krankheiten auf: Buergersche Krankheit, periphere Arteriosklerose, Diabetes mellitus, Arteriitis, Raynaudsche Krankheit. Auch die Akroparaesthesie ist in diese Gruppe einzubeziehen.

1.) Durchblutungsstörungen auf Grund einer peripheren Ateriosklerose oder eines Diabetes mellitus.

Bevorzugt befallen sind die unteren Extremitäten bei Patienten der mittleren und höheren Lebensalter, gleichzeitig bei Männern und Frauen. Zu Beginn kommt es meist zu einem zunehmenden Kältegefühl, zu Paraesthesien und Zyanose. Bei weiterem Fortschreiten der Krankheit treten Nekrosen in der Peripherie auf. Beim Diabetes mellitus besteht ganz besonders die Gefahr eines Übergangs in die meist sehr schmerzhafte und hoch fieberhafte, rasch fortschreitende Gangrän. Aber auch beim Fehlen einer Zuckerkrankheit können hinzutretende Entzündungserscheinungen (Verletzungen beim Nägelschneiden und falsche therapeutische Maßnahmen, falsche Umschläge) den Übergang in eine Gangrän veranlassen. Die Fußpulse an der befallenen Extremität verschwinden allmählich.

2.) Endangitis obliterans (Thromboangitis, Endarteriitis, Winiwarter-Buergersche Krankheit).

Es handelt sich um eine chronische Intimawucherung der Arterien (bevorzugt der kleineren Arterien), die langsam zum Verschluß des Lumens führt; vor allem werden jugendliche Männer befallen. Die Ursache der Krankheit ist unbekannt.

3.) Raynaudsche Krankheit.

Bei dem seltenen Leiden, das hauptsächlich jugendliche Frauen (30 - 40 Jahre) befällt, handelt es sich um Gefäßspasmen, die im Endstadium zu Nekrose oder Gangrän führen können. Bevorzugt werden die oberen Extremitäten befallen. Die Ursache der Krankheit soll in entzündlichen und degenerativen Veränderungen der Spinalganglien zu suchen sein.

4.) Sudeksches Syndrom.

Zu den funktionellen Gefäßstörungen gehört auch das Sudeksche Syndrom, das sich als Sudeksche Knochen- und Weichteilatrophie manifestiert.

5.) Akute Arteriitis.

Die sehr seltene Krankheit kommt als Komplikation bei akuten schweren Infektionskrankheiten vor.

6.) Erythromelalgie.

Die sehr seltene Gefäßstörung betrifft vorwiegend die unteren Extremitäten. Anfallsweise kommt es infolge von Gefäßlähmung zu schmerzhafter Rötung einer Extremität oder auch beider Gliedmaßen. Herabhängenlassen des betroffenen Gliedes verstärkt die Erscheinungen.

7.) Akroparaesthesien.

Es handelt sich um vasokonstriktorische Nekrosen der Gliedmaßen, die besonders häufig bei Frauen mittleren Alters auftreten.

8.) Arterienverschluß durch Embolie, Trauma, Erfrierung.

Embolische Verschlüsse der Extremitätenarterien durch Thromben, die aus dem Herzen oder selten als paradoxe Embolie bei offenem Foramen ovale aus den Venen des großen Kreislaufs stammen, sind in ihrer Symptomatik abhängig vom Sitz des Verschlusses und der Möglichkeit der Ausbildung eines Kollateralkreislaufes. Verschluß der Extremitätenarterien führt zu heftigem, anhaltendem Schmerz, Blässe und Temperaturabfall im ischämischen Gebiet, Ausfall der arteriellen Pulse. Stellt sich nicht in einigen Stunden ein leidlich ausreichender Kollateralkreislauf ein, so kommt es zur trockenen Nekrose oder seltener zur feuchten Gangrän des Gliedes.

Auch nach größeren Quetschungen der Glieder kann sich eine traumatische arterielle Thrombose entwickeln. Durchblutungsstörungen nach Art der Raynaudschen Krankheit werden bei Arbeitern gefunden, deren Extremitäten jahrelang Fibrationen und Erschütterungen ausgesetzt waren.

Die akute Erfrierung ist zunächst eine funktionelle Durchblutungsstörung, die bei schweren Graden der Erfrierung zu organischen Gefäßveränderungen ähnlich denen der Endangitis obliterans mit Thrombosen führt.

Zusammenfassend:

Bei der Differentialdiagnose der einzelnen Krankheitszustände sind Geschlecht und Alter der Patienten sowie Lokalisation des Zustandes sehr wesentlich.

Vorwiegend junge Männer: Morbus Buerger
Vorwiegend junge Frauen: Morbus Raynaud
Vorwiegend Frauen im mittleren Alter: Akroparaesthesie
Ältere Männer und Frauen: Arterio-Sklerotische und diabetische Durchblutungsstörungen

Befallensein der oberen Extremitäten: Raynaudsche Krankheit und Akroparaesthesie
Bei den übrigen Krankheitszuständen sind vorwiegend die unteren Gliedmaßen befallen.

Verfahren zur Prüfung peripherer Durchblutungsstörungen

Die methodischen Verfahren zur Prüfung peripherer Durchblutungsstörungen, insbesondere hinsichtlich der Unterscheidung zwischen nervös-funktionellen und organischen Gefäßerkrankungen, sowie hinsichtlich der Beurteilung über Lokalisation, Ausdehnung, Stadium des Krankheitsvorganges wurden in folgender Übersicht zusammengefaßt:

Lagerungsprobe: Die Lagerungsprobe achtet auf die Hautfarbe und die Venenfüllung bei erhobenen Gliedern in der Waagerechten und beim Herabhängen derselben.

Dazu kommt die Rollprobe, d.h. man läßt den Patienten beide Beine senkrecht erheben und die Füße in dieser Stellung rollen. Die Wiederauffüllung der Venen ist bei peripheren Durchblutungsstörungen verzögert (Hinweis auf organische Verlegung der arteriellen Gefäße).
Schmerzversuch: Entstehung von Schmerzen im arbeitenden Muskel bei ungenügender Blutzufuhr.
Ausfälle: bei organischen Gefäßerkrankungen mit Drosselung der arteriellen Blutzufuhr (Arterio-Sklerose, Thrombangitis).

Reaktive Hyperämie: Bestimmung der Zeit, die das Blut braucht, um in Form einer diffusen Rötung nach Lösung einer 10 Minuten lang bestehenden, vollständigen Blutsperre, bis ins Kapillargebiet vorzudringen.
Ausfälle: bei organischen verengernden Gefäßerkrankungen, ferner bei funktionellen peripheren Gefäßstörungen, wie Raynaudscher Krankheit, Akrozyanose, Erythromelalgie, ferner bei organischen Sympaticusstörungen.

Oszillometrie: Bestimmung der Höhe der Druckoszillationen in einer Manschette im Verlauf einer Gliedmaßenarterie.
Ausfälle: bei organischen verengernden Gefäßerkrankungen, genaue Lokalisation der Unterbrechung oft möglich. Seltener bei spastischen Gefäßveränderungen (Fälle von Raynaudscher Krankheit).

Plethysmographische Untersuchungen: Bestimmung der Volumenschwankungen der Gliedmaßen.

Ausfälle: bei organischen verengernden Gefäßveränderungen; häufig auch aber regelloser bei funktionellen peripheren Störungen.

Röntgendarstellung und Arteriographie: Feststellung von Kalkschatten, bzw. Kontrastfüllung.
Ausfälle: bei organischen Gefäßerkrankungen, vorzugsweise der größeren Arterien. Wir sind heute in der Lage, bei den organischen Erkrankungen der Schlagadern mit Hilfe der Oszillometrie, genauer noch nach Art des Kreislauftestes mittels Zyklopen, die Zeitpunkte der einzelnen Aufnahmen bei der Serienarteriographie vorher festzulegen. Die so gewonnenen Arteriogramme veranschaulichen das anatomische Bild aller Gefäßbahnen nebst allen makroskopisch erkennbaren pathologischen Lichtungseinengungen, Verschlüssen und Verlaufsänderungen. Eine Beurteilung der Blutumlaufsgeschwindigkeit in der Extremität und des Ausmaßes einer eventuellen Strömungsverlangsamung erlauben die Messungen mit der Photozelle (Zyklop).

Syncardontest: Für differentialdiagnostische Erwägungen hat sich an der Chirurgischen Universitätsklinik Würzburg das Syncardon der Fa. Jaquet A. G., Basel, als hilfreiches Testgerät erwiesen. Der Test besteht aus einer oszillographischen Pulsschreibung vor, während und nach rhythmischer Reizsetzung durch das Syncardon.
Am normalen Gefäß zeigt der Syncardontest vor der Massage eine gut ausgebildete periphere Pulswelle als Ausdruck einer guten Gefäßdurchgängigkeit.
Während der ersten fünf bis zehn Minuten der Massage sieht man ein allmähliches Anwachsen der Pulswelle zum Zeichen einer adäquaten Dehnbarkeit der Gefäßwand.
Nach Abschluß der Massage bleibt die Pulswelle gegenüber vorher größer. Die vergrößerte Pulswelle besteht unter Umständen noch stundenlang nach der Massage. Sie ist Ausdruck einer guten funktionellen Anpassungsleistung des Gefäßes an das vergrößerte Angebot. Mit Hilfe des Syncardontestes können wir demnach zu einer Beurteilung der wichtigsten funktionellen Größen, nämlich des Dehnungswiderstandes der Gefäßwand und der funktionellen Anpassungsleistung, kommen. Weiterhin kann durch diesen Test die Indikation zur Sympathektomie verfeinert werden.

Lagewechsel: Der Puls verschwindet bei Lageänderungen; die kritische Neigung beträgt 135° (Hinweis auf organische Prozesse).

Anästhesie des Nervenstammes: Radialis, Ulnaris, Tibialis.

Man beobachtet die Gefäßreaktionen nach Ausschaltung des peripheren Nerven. Hierdurch ist eine sehr gute Differenzierung zwischen organischen und funktionellen Gefäßstörungen möglich.

Histaminpunktionen: Man bestimmt die Hauttemperatur im Gebiet der Punktion und beobachtet die Quaddelbildung.

Kapillarmikroskopie: Durch die Kapillarmikroskopie können Formveränderungen festgestellt werden. Im allgemeinen gestattet diese Methode jedoch keine sichere Differenzierung.

Methodik zum Kreislauftest mittels Zyklopen.

Die Apparatur ist ursprünglich geschaffen für die Messung des Sauerstoffgehaltes des Blutes und besteht aus zwei Teilgeräten, einem Lichtzeiger-Galvanometer und einem Schaltkasten. Bei der Aufstellung der Apparatur ist zu beachten, daß das Gerät auf einem soliden Tisch aufgebaut werden muß, da es möglichst wenig Schwingungen ausgesetzt sein soll. Schaltkasten und Galvanometer müssen gut geerdet sein.

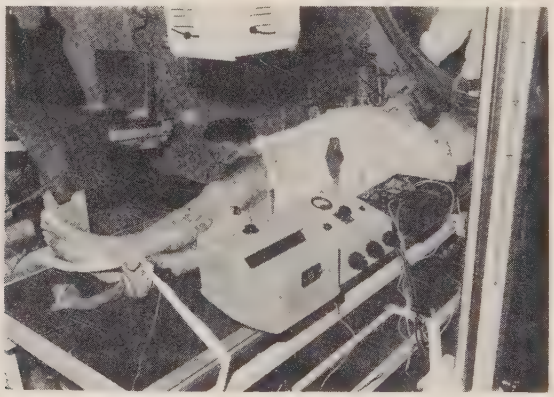
Bevor man mit der eigentlichen Messung beginnt, ist die Stelle, an der das Meßauge aufgesetzt werden soll, mit Hilfe des „Histaminapparates" zu histaminisieren, d. h. bei einer Stromstärke von 1-2 mA wird eine Lösung von 0,6 % Histaminphosphat in destilliertem Wasser innerhalb von drei bis fünf Minuten durch Jontophorese in die Haut gebracht. Diese Histaminisierung ergibt eine maximale, konstante Durchblutung des Gebietes, auf dem der Zyklop aufgesetzt wird. Nun wird auf die histaminisierte Stelle eine 0,1 mm starke, 8 x 10 cm große, feuchtdichte Polythenfolie aufgelegt, die man mit etwas Vaseline gut auf der Haut glättet. Dadurch sollen die elektrischen Zellen im Meßauge vor Schweißabsonderungen der Haut geschützt werden.

Mittels des Torsionsknopfes wird nun der Galvanometer-Lichtfleck auf Null eingestellt. Der Empfindlichkeitsschalter soll auf „5" stehen. In dem beiliegenden Leerdruckband ist in einer Metallfassung ein Perspexplättchen befestigt. Hiermit wird die Haut blutleer gedrückt. Das Messauge setzt man in diese Fassung ein. Das Gerät muß jetzt geeicht werden. Hierzu reguliert man die Ausschläge des Lichtzeigers bei rotem und grünem Licht im Messauge beide Male auf 14 cm ein. Dadurch soll der Einfluß aller Nicht-Blut-Reflexionen ausgeschaltet werden. Diese Messungen wurden bei 1/10 der Galvanometerempfindlichkeit

ausgeführt. Man entfernt nun das Leerdruckband und setzt das Messauge direkt auf die Haut, die Polythenfolie bleibt liegen. Man vermeide es, die Blutzirkulation zu hemmen. Die Knöpfe für Rot und Grün dürfen nun nicht mehr verändert werden.

Nachdem man den Empfindlichkeitsschalter auf „0" gebracht hat, dreht man den Pfeil des Schalters auf dem Schaltkasten auf „Weiß". Nun reguliere man den Lichtzeiger so, daß er beim Erhöhen der Empfindlichkeitsstufen von „0" auf „5" auf der Skala bleibt und ungefähr 15 cm anzeigt. Jede Änderung des Galvanometerausschlages deutet nun auf eine Änderung der Sauerstoffsättigung des Blutes hin. Die Messung selbst beruht auf der Intensität des vom Blut reflektierten Lichtes.

Darauf, daß jede Änderung der Rotreflexion des Blutes einen Ausschlag auf dem Lichtzeigergalvanometer ergibt, ist der Gedankengang des Kreislauftestes mittels des Zyklopen aufgebaut.



Bildbeschreibung: Versuchsanordnung für den Kreislauftest mittels Zyklop an der linken unteren Extremität.
Von links nach rechts sieht man am linken Fuß des Patienten die Photozelle (Zyklop), Lichtzeiger-Galvanometer, Schaltkasten, Histaminapparat und in der Gegend des linken Leistenbandes die Injektionsnadel.

Das Messauge setzt man bei der Messung an den unteren Extremitäten am Fuß - an der Arteria dorsalis pedis - auf. In die Arteria femoralis wird in Höhe des Leistenbandes ein Farbstoff (2 ccm Methy-

lenblau) injiziert, der die einfallenden Lichtstrahlen anders reflektiert als das Blut selbst. Der Farbstoff passiert nun mit dem Blut die Arterien, durch die das Blut seinen Weg zum Fuß, zur Arteria dorsalis pedis, nimmt. Unser Lichtzeiger-Galvanometer wird so lange einen gleichbleibenden Wert anzeigen, wie nur Blut unter dem Messauge in der Arteria dorsalis pedis vorbeiströmt. Kommt jetzt der injizierte Farbstoff an diese Stelle, so ändert sich die Intensität des reflektierten Lichtes plötzlich, und das Galvanometer zeigt einen Ausschlag. Mit Hilfe einer Stoppuhr mißt man den Zeitraum von der Injektion des Farbstoffes am Leistenband bis zum Ausschlag am Galvanometer und hat hiermit die Durchlaufszeit des Blutes zwischen diesen beiden Punkten. Die Messungen und Arteriographien werden in Pentotal-Succinyl-Lachgasnarkose ausgeführt.

Man muß bei der Arbeit mit dem Zyklopen auf äußerste Sorgfalt bedacht sein. Nicht nur die Geräte, sondern auch die Extremität des Patienten dürfen während der Messung nicht bewegt werden. Dies ist sehr wichtig, da ein Nichtbefolgen des Vorhergesagten zu Fehlern Anlaß geben könnte. Jede Bewegung, sowohl am Gerät als auch am Patienten, ergibt am Lichtzeiger-Galvanometer einen Ausschlag. Als Farbstoff zur Injektion wurden bei unseren Versuchen Indigokarmin und Methylenblau benutzt. Dazu ist zu sagen: Bei der Arbeit mit Indigokarmin ist der Ausschlag am Galvanometer nicht so stark wie mit Methylenblau, allerdings auch noch sichtbar. Methylenblau eignet sich für die Messung viel besser, hat aber den Nachteil, daß die Extremität des Patienten nach dem Versuch blaue Flecken aufweist. Die Blaufärbung hält manchmal bis zu zehn Stunden, manchmal auch nur Minuten an und macht keinerlei Beschwerden. Während der Messung selbst ist die Blaufärbung nur günstig, da man schon daran die Durchgängigkeit, bzw. einen Abbruch der Gefäße sehen kann.

Diese Methode der Messung kann nicht nur an den Beinen, sondern auch an den Armen zur Anwendung kommen. Man könnte nun den Kreislauftest noch dahingehend verfeinern, daß man statt des Lichtzeiger-Galvanometers ein Schreibgerät an den Schaltkasten anschließt. Es würde dann zum Zeitpunkt des Passierens des Farbstoffes an der Stelle, wo der Zyklop sitzt, eine Kurve geschrieben werden. Dieses Schreibgerät müßte eine hohe Einstellgeschwindigkeit haben und trotzdem sehr empfindlich sein. Die kleinen Fehler, die durch das Verwenden einer Stoppuhr entstehen, wären dadurch ausgeschaltet. Für unsere Zwecke,

z. B. für die Bestimmung der Zeitintervalle bei der Serienarteriographie, dürfte jedoch die in dieser Arbeit beschriebene Art der Messung vollauf genügen.

Ergebnisse der Versuche beim Kreislauftest mittels Zyklop.

Fall 1: W. F. , geb. 5.12.1903, männlich.
Messung am rechten Bein: Es wurde 3 Minuten bei 1,5 - 2 mA am dorsum pedis histaminisiert, mit Leerdruckband eingestellt auf: rot = 140, grün = 140 mm. Ohne Leerdruckband weiß = 150 mm.
Dann wurden 2 ccm Indigokarmin (Merck) injiziert und der Zeitpunkt der Injektion am Leistenband in die Arteria femoralis gestoppt. Der Ausschlag des Lichtzeigers beim Stand von weiß ging von 150 - 147 - 150. Es war keinerlei Blaufärbung der Haut zu sehen.

Dauer des Durchlaufes: 9,5 Sekunden.

Die A r t e r i o g r a p h i e wurde im Abstand von 6 Sekunden in vier Serienaufnahmen angefertigt. Die Femoralis füllte sich in ihrem ganzen Verlauf mit Einschluß der Arteria poplitea. Auch die kleinen Äste der Femoralis waren gut dargestellt und ließen Wandveränderungen nicht erkennen. Die Unterschenkelarterien zeigten einen regelrechten Verlauf. Auch hier waren Wandveränderungen nicht erkennbar. Weil die Unterschenkelarterien nicht sehr gut dargestellt waren, wurde eine Wiederholung dieser Aufnahme vorgenommen. Auch die zweite Arteriographie hatte dasselbe Ergebnis. Am Gefäßsystem der Extremität sind pathologische Veränderungen nicht nachweisbar.

Die Zeitintervalle bei der Arteriographie wurden zu lang gewählt. Es ist anzunehmen, daß das Kontrastmittel zur Zeit der zweiten Aufnahme - also nach 12 Sekunden - die Unterschenkelgefäße vielleicht schon passiert hatte und diese deshalb schlecht zur Darstellung kamen.

Der Patient hatte im Jahre 1952 am distalen rechten Unterschenkel eine ca. hühnereigroße Geschwulst, die auf Behandlung mit Hirudoidsalbe zurückging. Im Winter 1952/53 folgte eine Venenentzündung im rechten Unterschenkel, deren Zustand sich unter Salbenbehandlung verbesserte. Im April 1953 nochmals Venenentzündung. Im Mai 1953 Thrombose im rechten Unterschenkel. Seit Sommer 1953 Schmerzen im rechten Unterschenkel und Knie, besonders nach Alkoholgenuß, starkem Rauchen und vielem Laufen.

Fall 2: V. K., geb. 12. 9. 1890, Schiffer.

Messung am linken Bein: Es wurde 3 Minuten histaminisiert bei 1,8 - 2,4 mA, mit Leerdruckband eingestellt auf: rot = 140, grün = 140 mm. Ohne Leerdruckband weiß = 150 mm.
Injektion von 2 ccm Indigokarmin (Merck) in Höhe des linken Leistenbandes in die Arteria femoralis sinistra. Der Ausschlag am Lichtzeiger betrug fünf Millimeter, es war keine Blaufärbung zu bemerken.

Dauer des Durchlaufes: 33 Sekunden.

Die A r t e r i o g r a p h i e wurde in Abständen von 6 Sekunden in vier Serienaufnahmen angefertigt. Nach der vierten Aufnahme war das Kontrastmittel noch nicht am Fuß (nach 24 Sekunden).

Die Arteria femoralis war im proximalen Abschnitt normal weit. Sie zeigte im mittleren Gebiet Konturveränderungen und Einengungen des Lumens. Im Bereich des Abduktorenkanals kam es zu einem plötzlichen Gefäßabbruch. Über zahlreiche Kollaterale gelangte das Kontrastmittel in den distalen Femoralisbereich etwa zwei Querfinger proximal der Arteria poplitea. Das Lumen dieses Gefäßabschnittes war ebenfalls deutlich eingeengt und die Konturen etwas unregelmäßig. Die Überbrückung der etwa acht bis zehn Zentimeter langen Stenose erfolgte relativ langsam. Die Unterschenkelarterien ließen sich bis zum distalen Drittel verfolgen. 18 Sekunden nach der Injektion des Kontrastmittels war jedoch die Darstellung nicht weiter fortgeschritten, als auf der Aufnahme nach sechs Sekunden.

Ergebnis: Ca. 10 cm langer Gefäßabbruch der Arteria femoralis im distalen Drittel mit deutlichen Veränderungen an den Arterienwänden.

Die Zeitintervalle wurden bei dieser Arteriographie zu kurz gewählt. Folgende Zeitabstände wären richtig gewesen: 11-11-11-16.

Der Patient wurde vom Hausarzt an die Chirurgische Klinik überwiesen, da sich der Zustand nach Einreiben und Wechselbädern nicht besserte. 10 Tage vor der Einweisung verspürte der Patient Schmerzen in der linken Wadengegend, so daß er beim Laufen stehen bleiben mußte. Seit drei Tagen krampfartige Schmerzen im linken Bein; der Patient konnte nicht mehr gehen. Der linke Fuß fühlt sich kälter an als der rechte, der Puls der Arteria dorsalis pedis ist nicht tastbar. Die Haut des linken Unterschenkels und Fußes ist anaemisch.

Fall 3: S. G., geb. 26.10.1905, Dreher.

Messung am rechten Bein: Es wurde drei Minuten bei 1 mA histaminisiert, mit Leerdruckband eingestellt auf: rot = 140, grün = 140. Ohne Leerdruckband weiß = 0.
Injektion von 5 ccm Indigokarmin (Merck) in Höhe des rechten Leistenbandes in die Arteria femoralis dextra. Der Ausschlag des Lichtzeigers betrug 9 mm und es war eine schwache Blaufärbung zu sehen.

Dauer des Durchlaufes: 15 Sekunden.

Bei dieser Messung ist ein geringer Fehler unterlaufen, da der Patient den Fuß etwas bewegte. Es war daher nach 8 Sekunden schon ein kleiner Ausschlag am Lichtzeiger zu sehen, der jedoch nicht gestoppt wurde.

Die A r t e r i o g r a p h i e wurde in vier Serienaufnahmen in den Abständen von sechs Sekunden vorgenommen.

Es zeigte sich eine gute Füllung der Femoralis und ihrer Äste. Die Gefäßkonturen wurden an einigen Stellen leicht wellig. Stärkere Einengungen des Lumens waren jedoch nicht erkennbar. Die Aufnahmen des Unterschenkels zeigten keine Füllung der Arteria tibialis posterior. Dagegen konnte man zahlreiche Kollaterale und kleinere Äste, die bereits aus der Poplitea abgingen, in den dorsalen Weichteilen des Unterschenkels erkennen. Diese Gefäße waren auffallend stark geschlängelt. Die Tibialis anterior verjüngte sich im mittleren Drittel und spitzte sich zu. Sie ließ sich dann nicht weiter verfolgen. Aus ihr gingen multiple kleine, weich gewundene Gefäße ab, die an der Dorsalseite des Sprunggelenkes in den Fußrücken zogen. Die späteren Aufnahmen zeigten noch eine relativ starke Füllung der Beinarterien im Bereich der Wadenmuskulatur (nach 12 Sekunden). Am venösen System sah man keine pathologischen Veränderungen.

Es besteht der Verdacht auf Endangitis-Veränderungen an der Arteria tibialis anterior im distalen Drittel, Gefäßanomalie mit Fehlen der Arteria tibialis posterior, Verdacht auf Intimaveränderungen an der Arteria femoralis. Ein Verschluß der Arteria tibialis posterior ist jedoch röntgenologisch nicht sicher auszuschließen.

Der Patient klagte schon 1941 über kalte Füße, und zwar sei es abwechselnd einmal der linke, dann der rechte Fuß gewesen. Außerdem hatte der Patient an den Füßen und etwa bis in die Mitte des Unterschenkels starke Schmerzen. In der letzten Zeit (seit etwa drei Wochen)

trat eine Eiterung an der großen Zehe ein. Der Puls war am Knöchel nicht tastbar. Nach Behandlung 1941 fühlte sich der Patient ein Jahr lang beschwerdefrei. 1943 Sympathektomie, danach dauernde Beschwerden.

Fall 4: S. G., geb. am 26.10.1905, Dreher (wie Fall 3).

Messung am linken Bein: Histaminisierung wie oben, Einstellen mit Leerdruckband: rot = 140, grün = 140. Ohne Leerdruckband weiß = 0. Injektion von 2 ccm Indigokarmin in Höhe des linken Leistenbandes in die Arteria femoralis sinistra. Es war keine Blaufärbung zu sehen.

Dauer des Durchlaufes: 10,5 Sekunden.

Der Ausschlag am Lichtzeiger-Galvanometer betrug 20 mm.

Die A r t e r i o g r a p h i e wurde in drei Serienaufnahmen in Abständen von 4-10-4 Sekunden angefertigt.

Auch hier fanden sich an der Arteria femoralis kleine Unregelmäßigkeiten an der Kontur. Die Unterschenkelarterien zeigten wiederum einen Verschluß der Arteria tibialis anterior im unteren Drittel, sowie ein Fehlen der Arteria tibialis posterior. Im ganzen Unterschenkelgebiet fanden sich zahlreiche gewundene Gefäße, so daß auch hier der Verdacht auf längere Zeit schon bestehende Kollateralkreisläufe besteht.

Im Phlebogramm fanden sich diesmal stärkere fleckige Kontrastmittelansammlungen, so daß hier stärkere varicöse Veränderungen angenommen werden müssen. Hierbei kam es darauf an, den Umschlag in die venöse Phase röntgenologisch darzustellen, was durch die Wahl der Zeitabstände der einzelnen Aufnahmen gut gelang. Weiteres siehe Fall 3.

Fall 5: B. A. , geb. 10.3.1890, männlich.

Messung am rechten Bein: Histaminisierung drei Minuten bei 2 mA. Mit Leerdruckband eingestellt auf: rot = 140, grün = 140. Weiß ohne Leerdruckband 100 mm.
Injektion von 2 ccm Methylenblau in Höhe des rechten Leistenbandes in die Arteria femoralis dextra. Es war eine deutliche Blaufärbung der Haut zu sehen, die ungefähr 12 Stunden anhielt.

Dauer des Durchlaufes: 16,2 Sekunden.

Der Ausschlag am Lichtzeiger-Galvanometer war so groß, daß er bis außerhalb der Skala hinauslief.

Die A r t e r i o g r a p h i e wurde in vier Serienaufnahmen

in Abständen von sechs Sekunden angefertigt.

Es zeigte sich eine gute Füllung der Arteria femoralis. Im ganzen Verlauf konnte man deutliche Wandveränderungen mit Einengung des Lumens erkennen. Im mittleren Bereich kam es bereits zu Umgehungsanastomosen in einem ca. 3 cm langen Abschnitt, da das Lumen hier schon erhebliche Veränderungen aufwies. Die Arteria poplitea war auf einer Strecke von drei Zentimetern vollständig verschlossen, so daß sich auch hier ein größeres Kollateralnetz gebildet hatte. Im Verlauf der Arteria femoralis waren auf den späteren Aufnahmen auch erhebliche Kalkeinlagerungen in der Wandung zu erkennen. Im distalen Abschnitt des Femurs sah man fleckige Sklerosierungen, bei denen es sich möglicherweise um eine Knochenembolie oder auch um einen Zustand nach Gefäßverschlüssen handelt. Auch die Unterschenkelarterien wiesen Wandveränderungen auf. Der Transport des Kontrastmittels durch die Unterschenkelgefäße war erheblich verlangsamt.

Der Patient hatte 1950 eine Patellarfraktur rechts. Seit vier Monaten vor der Überweisung durch den Hausarzt bemerkte der Patient, daß sein rechtes Bein kalt war. Nach längerem Gehen verspürte er krampfartige Schmerzen im rechten Fuß, so daß er immer etwas ausruhen mußte. Die Pulse der Arteriae dorsales pedes waren beiderseits nicht sicher tastbar.

Fall 6: F. J., geb. 24.8.1899, Landwirt.

Messung am linken Bein: Histaminisierung drei Minuten bei 1,8-2,2 mA. Mit Leerdruckband eingestellt auf: rot = 140, grün = 140. Weiß ohne Leerdruckband = 140.
Injektion von 2 ccm Methylenblau in Höhe des linken Leistenbandes in die Arteria femoralis sinistra. Durch die Blaufärbung der Haut der Extremität konnte man den Lauf des Farbstoffes rein optisch verfolgen. Die Färbung ging rasch wieder zurück und war eine Viertelstunde später nicht mehr festzustellen.

Dauer des Durchlaufes: 15 Sekunden.

Am Lichtzeiger-Galvanometer sah man einen Ausschlag, der von 140 auf 40 Millimeter lief und langsam wieder zurückging.

Die A r t e r i o g r a p h i e wurde in vier Serienaufnahmen in folgenden Zeitintervallen hergestellt: 5-5-5-7.

Im Bereich der proximalen Hälfte der Femoralisarterie kamen geringe Kaliberschwankungen zur Darstellung, im distalen Bereich sah man deutliche Lumenschwankungen mit unregelmäßiger Konturierung am Übergang zur Arteria poplitea und an der Arteria poplitea selbst. Letztere war insgesamt gegenüber der Norm deutlich verengt. Kurz vor dem Abgang der Arteriae tibiales anterior et posterior kam es zu einer stärkeren Verschmälerung der Poplitea mitgeringer Unregelmäßigkeit der Kontur. Die Arteria tibialis anterior stellte sich nur auf einer Strecke von einem halben Zentimeter dar. Sie wies Konturanomalien sowie Verengerungen auf. Im Arterienabbruch zeigte sich ein stärkeres anastomosierendes Gefäß. Die Arteria tibialis posterior war lediglich auf einer Strecke von sechs Zentimetern zur Darstellung gekommen. Sie ließ deutliche Unregelmäßigkeiten der Kontur, sowie Lumeneinengungen erkennen. An der Stelle des Gefäßabbruchs wurden anastomosierende Gefäße sichtbar. Diese Gefäßanastomosen zeigten im weiteren Verlauf nach distal deutliche Schlängelung. Die Arteria dorsalis pedis war schlecht zur Darstellung gelangt. Die Versorgung der ventralen Anteile des Unterschenkels, das Gebiet der Arteria tibialis anterior, war wesentlich schlechter als die der dorsalen Gebiete. Hier wurde die Versorgung durch Anastomosen bewerkstelligt.

Zusammenfassend ergab sich folgendes Bild: Starke Gefäßveränderungen, vor allem des distalen Anteils der Arteria femoralis; Zunahme der Gefäßveränderungen im Bereich der Arteria poplitea nach distal zu, mit Abbruch der Gefäßfüllung einen halben Zentimeter nach Abgang der Arteria tibialis posterior; nur wenig Anastomosen im Gebiet der Arteria tibialis anterior; bessere Versorgung des Gebietes der Arteria tibialis posterior durch Anastomosen. Röntgenologisch besteht der Verdacht auf eine Endangitis obliterans.

Bei dem Patienten bestand das typische Syndrom einer Claudicatio intermittens, das zunächst an der rechten unteren Extremität, in der letzten Zeit jedoch bevorzugt an der linken bestand. Der Patient gab auch die typischen Schmerzen im linken Fuß und Wade an. Die Hauttemperatur des linken Unterschenkels war um $1{,}5^{\circ}$ herabgesetzt. 1945 merkte der Patient als Soldat, daß die Füße, besonders der rechte, kalt wurden; er hatte Schmerzen in der rechten Wade. Beide Füße fühlten sich pelzig an.

Fall 7: Sch. B., geb. 30.12.1913, Rentnerin.

Messung am rechten Arm: Histaminisierung drei Minuten bei 2 mA. Mit

Leerdruckband eingestellt auf: rot = 140, grün = 140. Ohne Leerdruckband weiß = 0.
Es wurden 2 ccm Methylenblau in die Arteria subclavia dextra injiziert. Die Einstichstelle befand sich über der Mitte der Clavicula, wo die Subclavia unter dem Schlüsselbein vorbeizieht. Der Zyklop war am dorsum manu aufgesetzt. Bei diesem Versuch war die Blaufärbung der Haut der untersuchten Extremität besonders deutlich zu sehen. Vom Zeitpunkt der Injektion des Farbstoffes an konnte man den Lauf des Farbstoffes, der sehr rasch bis in die Hand fortschritt, verfolgen.

Dauer des Durchlaufes: 3 Sekunden.

Der Ausschlag am Lichtzeiger-Galvanometer überschritt die Ausdehnung der Skala.

Die A r t e r i o g r a p h i e wurde in vier Serienaufnahmen in Zeitintervallen von zwei Sekunden angefertigt. Noch kürzere Zeitabstände konnten aus technischen Gründen nicht gewählt werden.

Die Aufnahmen des Oberarmes zeigten eine gute Füllung und vollkommen glatte Konturen an der Arteria brachialis. Auch die kleineren arteriellen Gefäße ließen glatte, begrenzte Lumina erkennen. Auf den späteren Phasen sah man eine normale Darstellung der tiefen und oberflächlichen Venen. Die Aufnahmen des Unterarmes zeigten an den Arterien vollkommen normale Verhältnisse. Die kleineren Gefäße im Bereich der Mittelhand und der Finger waren ebenfalls zart und glatt begrenzt. Die venösen Phasen wiesen normale Situationen an den tiefen und oberflächlichen Venen des Unterarmes auf.

Zusammenfassung: Normales Arteriogramm der rechten oberen Extremität.

Nach Angaben der Patientin ist 1950 der linke Mittelfinger angeschwollen, dann weiß geworden, so daß er abgenommen werden mußte. Seit der gleichen Zeit traten bei der Patientin periodisch außerordentlich starke Kopfschmerzen mit Kältegefühl, Zyanose und kaltem Schweiß auf. In letzter Zeit waren diese Anfälle auch von Herzkrämpfen begleitet und dabei Hände und Füße kalt und blau geworden. Am rechten Bein hatte sie dabei ein pelziges Gefühl. Der rechte Mittelfinger war oedematös verdickt.

Fall 8: H. A., geb. 2. 7. 1891, Rentner.

Messung am rechten Bein: Histaminisierung drei Minuten bei 1,5-2 mA. Mit Leerdruckband eingestellt auf: rot = 140, grün = 140. Ohne Leer-

druckband weiß = O.
Injektion von 2 ccm Methylenblau in Höhe des rechten Leistenbandes in die Arteria femoralis dextra. Eine Blaufärbung ließ den Lauf des Farbstoffes verfolgen, jedoch nicht so eindrucksvoll wie bei dem vorhergehenden Versuch. Die Färbung war sehr rasch wieder verschwunden (schon nach 10 Minuten).

Dauer des Durchlaufes: 17 Sekunden

Der Lichtfleck am Lichtzeiger-Galvanometer schlug auch hier wieder bis über die Skala hinaus aus.

Die A r t e r i o g r a p h i e wurde in vier Serienaufnahmen in Intervallen von sechs Sekunden angefertigt.

Die erste Aufnahme des Oberschenkels zeigte eine Füllung der Arteria femoralis profunda und ihrer Äste. Im mittleren Gebiet des Oberschenkels kamen bereits zahlreiche gewundene Gefäße zur Darstellung. An den späteren Aufnahmen sah man ein sehr stark ausgeprägtes Gefäßnetz. Die Gefäße waren auffallend stark gewunden. Eine normal verlaufende Arteria femoralis war nirgends zu erkennen, bis auf einen etwa zwei Zentimeter langen Gefäßabbruch der Arteria femoralis am Übergang zur Arteria poplitea. Das Gefäß selbst zeigte unregelmäßige Begrenzung und trichterförmige Einengung des Lumens. Auch an den Kollateralästen waren deutliche Wandveränderungen zu sehen.

Auf der zweiten arteriellen Phase des Oberschenkels stellten sich im proximalen und mittleren Gebiet schwach gefärbte Kontrastmittelschatten dar, die dem Verlauf der Femoralis entsprechen könnten. Es handelte sich aber hier wohl um einen retograd aufgefüllten Gefäßabschnitt der Femoralis, der auf den späteren Aufnahmen noch etwas deutlicher zur Darstellung kam. Die Aufnahmen des Unterschenkels ließen auch hier eine normale Füllung des Gefäßes nicht erkennen. Über zahlreiche Kollaterale kam es zu einer Auffüllung der Arteria tibialis posterior im proximalen Abschnitt, während die Arteria tibialis anterior erst am Übergang vom mittleren zum distalen Abschnitt noch kollateral erreicht wurde und sich dann darstellte. Auch an diesen Gefäßen waren kleinere Unregelmässigkeiten an der Wandung nachweisbar.

Zusammenfassung: Ausgedehnter pathologischer Prozeß an der Arteria femoralis und an den großen Unterschenkelgefäßen. Es handelt sich um partielle Verlegung an der Arteria femoralis.
Endangitis obliterans? Arterio-Sklerose?

Anamnese: Vater 72-jährig an Aderverkalkung gestorben; Mutter an Lungenerkrankung.

Vor zwei Jahren bemerkte der Patient, daß nach längerem Gehen die rechte Wade schmerzhaft war, nach Stehenbleiben hatte er keine Schmerzen mehr. Vor 18 Monaten sei er wegen des Beines vorzeitig invalidisiert worden. Verschlimmerung der krampfartigen Schmerzen besonders in den letzten Monaten.

Lokalbefund: Der rechte Unterschenkel erscheint etwas kälter als der linke; die Arteria dorsalis pedis und die Arteria tibialis posterior sind palpabel, jedoch kommt der Puls etwas schwächer durch. An der Aussenseite der fünften rechten Zehe etwa zehnpfennigstücksgroßes Ulcus, das schmierig eitrig ausgefüllt ist.

Diagnose: Endangitische Durchblutungsstörungen.

Fall 9: K. G., geb. 22. 3. 1881 (männl.)

Messung am rechten Bein: Histaminisierung drei Minuten bei 2 mA. Mit Leerdruckband eingestellt auf: rot = 140, grün = 140. Ohne Leerdruckband weiß = 0.
Injektion von 2 ccm Indigokarmin in Höhe des rechten Leistenbandes in die Arteria femoralis dextra. Es war nur eine ganz geringe Blaufärbung zu sehen.

Dauer des Durchlaufes: 66 Sekunden

Der Ausschlag am Lichtzeiger-Galvanometer betrug ungefähr 20 mm.

Die A r t e r i o g r a p h i e wurde in vier Serienaufnahmen in Abständen von 17 Sekunden angefertigt.

Es stellten sich deutliche Verkalkungen im Bereich der Femoralis, besonders im distalen Abschnitt dar. Die Arteria femoralis zeigte etwa zwei handbreit cranial des Kniegelenkes einen völligen Abbruch. Die dargestellten Femoralisabschnitte waren unregelmäßig begrenzt und wiesen Lumenschwankungen auf. Mäßige Kollateralen sah man im distalen Abschnitt des Oberschenkels. Im Bereich der Kniekehle und am Unterschenkel waren nur wenige Gefäße zu finden. Die großen Arterien waren nicht gefüllt. Im dorsalen Abschnitt der proximalen Unterschenkelhälfte stellte sich ein größeres, geschlängeltes Gefäß dar. Die Arteria dorsalis pedis war nur gering und unregelmäßig gefüllt. Das Gefäß wies Kaliberschwankungen auf. Im dorsalen Abschnitt der Tibia ließ sich ein kleines

Gefäß erkennen.

Zusammenfassung: Deutliche Gefäßverkalkungen im distalen Abschnitt der Arteria femoralis. Völliger Abbruch der Arteria femoralis am Übergang vom mittleren zum distalen Oberschenkeldrittel. Deutliche Wandveränderungen im dargestellten Femoralisgebiet. Nur mäßig ausgebildete Kollateralen. Fehlende Darstellung der Arteria poplitea, Aa. tibialis anterior et posterior. Nur geringe Füllung der Arteria dorsalis pedis, welche Lumenschwankungen aufzeigt.

Röntgenologische Diagnose: Arterio-Sklerose.

Fall 10: R. F., geb. 26. 10. 1900, Händler.

Messung am linken Bein: Histaminisierung drei Minuten bei 1,5 bis 2 mA. Mit Leerdruckband eingestellt auf: rot = 140, grün = 140. Ohne Leerdruckband weiß = 0.
Injektion von 2 ccm Methylenblau in Höhe des linken Leistenbandes in die Arteria femoralis sinistra. Es trat eine sehr deutliche spontane Blaufärbung der Haut der linken unteren Extremität ein, woran man den Verlauf des Farbstoffes visuell verfolgen konnte. Schon nach drei Minuten war diese Erscheinung wieder verschwunden.

Dauer des Durchlaufs: 3,5 Sekunden.

Der Ausschlag am Lichtzeiger-Galvanometer überschritt die Reichweite der Skala.

Die A r t e r i o g r a p h i e wurde in vier Serienaufnahmen in Intervallen von vier Sekunden angefertigt.

Die Aufnahmen des Oberschenkels zeigten einzelne größere Gefäße, die von der Arteria femoralis profunda zum distalen Oberschenkelabschnitt zogen. Der Verlauf der Femoralis war jedoch nicht zu erkennen. Die Unterschenkelaufnahmen ließen dagegen eine gute Füllung der Arterien vom proximalen Drittel ab erkennen. An den Venen des Unterschenkels konnten stärkere, arretierte Veränderungen nicht nachgewiesen werden.

Anamnese: 1954 im April wurde der Patient wegen einer Endangitis obliterans stationär aufgenommen. Außerdem litt er an zwei Ulcera duodeni und einem Ulcus ventriculi; heftiger Blutungen wegen wurde eine Zweidrittelresektion des Magens vorgenommen.

Der Patient hat im Juni 1953 einen Verkehrsunfall erlitten,

wobei es zu einer linken Unterschenkelfraktur kam. Als Nebenbefund konnte man diesen Zustand auch an den Arteriogrammen noch erkennen.

Fall 11: R. F., geb. 5. 2. 1912, (männl.).

Messung am linken Bein: Histaminisierung drei Minuten bei 2 mA. Mit Leerdruckband eingestellt auf: rot = 140, grün = 140. Ohne Leerdruckband weiß = 100.
Injektion von 2 ccm Methylenblau in Höhe des Leistenbandes in die Arteria femoralis sinistra.
Bei der ersten Messung wurde eine Durchlaufszeit von 12 Sekunden festgestellt. Es war nur eine geringe Blaufärbung zu sehen. Die Bewegung des Lichtfleckes erfolgte nicht in der Art, wie man es von den früheren Versuchen mit Methylenblau gewohnt war; sie war langsam und nicht so weit. Bei den vorherigen Messungen dagegen konnte man einen plötzlichen Ausschlag sehen, der meist die Reichweite der Skala überschritt. Durch die anschließende Arteriographie konnte festgestellt werden, daß die Injektionsnadel die Arteria femoralis nicht genau getroffen hatte, sondern paraarteriell injiziert worden war.

Daher wurden sowohl die Messung als auch die Arteriographie wiederholt: Erneute Injektion von 2 ccm Methylenblau, nachdem die Arteria femoralis genau punktiert worden war.

Dauer des Durchlaufs: 5 Sekunden

Bei der zweiten Messung konnte man eine deutliche Blaufärbung der Haut der linken Extremität erkennen, die sofort von der Injektion des Farbstoffes an schnell bis zum Fuß fortschritt. Nach zehn Minuten waren nur noch einzelne schwach gefärbte, kleine Flecken zurückgeblieben.

Die zweite A r t e r i o g r a p h i e wurde in vier Serienaufnahmen in Abständen von fünf Sekunden vorgenommen.

Nun zeigte sich eine gute Gefäßfüllung. In der Höhe der Einstichstelle erkannte man eine größere Verschattung, bei der es sich um extravasal gelegenes Kontrastmittel handelte, das von der ersten Injektion zurückgeblieben war. Im distalen Abschnitt der Oberschenkelarterien sah man ganz minimale Konturunregelmäßigkeiten, ebenso an der Arteria poplitea. Die Arteriae tibiales anterior et posterior waren gut dargestellt. Die Arteria tibialis posterior verlief in einer groben Windung. Lumenschwankungen waren nicht nachweisbar. Auch deut-

liche Konturunregelmäßigkeiten waren nicht festzustellen. Die venösen Phasen zeigten eine gute Gefäßdarstellung. Die Venen waren im distalen Unterschenkel zum Teil stark geschlängelt.

Zusammenfassung: Minimale Gefäßwandveränderungen im distalen Abschnitt der Arteria femoralis, sowie der Poplitea sind nicht sicher auszuschliessen. Gute Gefäßdarstellung bis zum distalen Unterschenkelgebiet.

Fall 12: S. O., geb. 10. 6. 1915, männlich.

Messung am linken Bein: Histaminisierung drei Minuten bei 1,8-2 mA. Mit Leerdruckband eingestellt auf: rot = 140, grün = 140. Ohne Leerdruckband weiß = 0.
Zuerst wurden 4 ccm Indigokarmin in Höhe des Leistenbandes in die Arteria femoralis sinistra injiziert. Es trat jedoch keine wesentliche Veränderung am Galvanometer-Lichtfleck ein. Auch war keinerlei Blaufärbung sichtbar.
Danach Injektion von 2 ccm Methylenblau. Die Injektionsnadel war nicht verändert worden, so daß nicht angenommen werden kann, daß die erste Injektion nicht intraarteriell erfolgt wäre.

Nun konnte man den typischen Ausschlag sehen, der wieder bis außerhalb des Skalenfeldes ging. Auch das schrittweise Vorschreiten des Farbstoffes konnte durch eine deutliche Blaufärbung wahrgenommen werden.

Dauer des Durchlaufes: 5,5 Sekunden

Die A r t e r i o g r a p h i e wurde in vier Serienaufnahmen in Abständen von fünf Sekunden vorgenommen.

Die Aufnahmen der arteriellen Phase ergaben fünf Sekunden nach Beginn der Injektion eine gute Darstellung des gesamten venösen Systems. In den Arterien waren pathologische Veränderungen nicht festzustellen. Die weiteren Aufnahmen zeigten einen normalen Abfluß des Kontrastmittels durch die oberflächlichen und tiefen Venen. Auch hier waren pathologische Veränderungen nicht erkennbar.

Fall 13: G. L., geb. 10. 4. 1899, männlich.

Messung am rechten Bein: Histaminisierung 3 Minuten bei 2 mA. Mit Leerdruckband eingestellt auf: rot = 140, grün = 140. Ohne Leerdruckband weiß = 0.

Es wurden 2 ccm Methylenblau in Höhe des Leistenbandes in die Arteria femoralis dextra injiziert. Jedoch waren keinerlei Veränderungen am Galvanometer-Lichtfleck wahrzunehmen. In der Gegend des Oberschenkels trat eine sehr intensive Blaufärbung auf, die plötzlich oberhalb des Knies abbrach. An der Ventralseite des Unterschenkels konnte man keine Färbung sehen; dorsal des Unterschenkels zog sich die Blaufärbung langsam bis zur Fußsohle und erreichte erst verhältnismäßig spät den Fußrücken, wo der Zyklop aufgesetzt war. Da man einen Fehler in der Messung vermutete, wurde der Versuch wiederholt. Erneut Injektion von 2 ccm Methylenblau in der vorherigen Punktionsstelle. Das Ergebnis war im Grunde das gleiche. Zwar war nach 4 Sekunden ein minimaler Ausschlag des Lichtfleckes zu sehen, der jedoch nicht in der typischen Art verlief. Ich nehme an, daß es sich entweder um eine Bewegung der Extremität oder des Galvanometers handelte. Nach 16 Sekunden sah man ein langsames Absinken des Galvanometer-Lichtfleckes, ungefähr zu dem Zeitpunkt, als der Farbstoff auf dem vorher beschriebenen Wege das dorsum pedis erreichte. Es liegt folgende Vermutung nahe: Oberhalb des Knies muß entweder ein Gefäßabbruch oder eine Stenose der Oberschenkelarterie liegen, so daß der injizierte Farbstoff nicht den direkten Weg zum Fuß nehmen konnte. Wahrscheinlich ist er über Gefäßkollateralen in die Arteria tibialis posterior gelangt, von hier aus zur Fußsohle und hat dann erst die Arteria dorsalis pedis unter dem Zyklop passiert.

Man sieht aus diesem Versuch, daß man schon vor der Arteriographie wichtige Schlüsse auf den Zustand der Gefäße ziehen kann.

Die A r t e r i o g r a p h i e , die in Abständen von 6 Sekunden angefertigt wurde, bestätigte im Grunde die beschriebenen Vermutungen.

Die Aufnahme der rechten Leistenbeuge zeigte die Lage der Injektionskanüle in der Arteria femoralis vor Abgang der Arteria femoralis profunda. An der Abgangsstelle dieses Gefäßes, das auffallend kräftig entwickelt war, erkannte man nach medial zu eine stufenartige Absetzung, die der Abbruchstelle der Arteria femoralis entsprach. Über ein stark entwickeltes Kollateralsystem kam es zu einer Füllung des mittleren Abschnittes der Arteria femoralis profunda. Das Kollateralgefäßsystem war im mittleren Bereich des Oberschenkels besonders stark ausgebildet. Schon auf der ersten Aufnahme des Oberschenkels kam es zu einer schwachen Darstellung des Femoralisverlaufes im mittleren und distalen Oberschenkelgebiet. Eine bessere Zeichnung der Gefäße sah man auf der zweiten Aufnahme. Hier war die Arteria femoralis vom distalen Drittel an

kräftig gefüllt, sie wies erhebliche Lumenschwankungen mit unscharfen, welligen Konturen auf. Im mittleren Bereich des Oberschenkels proximal des Füllungsbeginnes waren fleckige und streifige Verdichtungen, parallel angeordnet, zu erkennen (Gefäßwandverkalkung!). Die Wandveränderungen erstreckten sich bis in die Arteria poplitea. Auf den späteren Aufnahmen stellten sich größere Venen im mittleren und distalen Oberschenkelabschnitt dar.

Die Aufnahmen des Unterschenkels lassen auf der ersten angefertigten Aufnahme nur einzelne Ausläufer der Gefäße der Arteria femoralis profunda im Bereich der dorsalen Weichteile erkennen (vgl. Messungsergebnis mit Zyklopen!). Erst auf der zweiten Aufnahme stellte sich das arterielle System des Unterschenkels dar. Wandveränderungen erkannte man an der Arteria tibialis posterior und der Arteria fibularis und zwar in ihrem proximalen Drittel.

In den späteren Phasen stellte sich das Venensystem nur mäßig gut dar. Im mittleren Bereich des Unterschenkels sind variköse Veränderungen nachzuweisen.

Ergebnis: Ausgedehnte Stenosierung der Arteria femoralis vom Abgang der Arteria femoralis profunda bis zum Übergang zum distalen Drittel. Stark ausgebildetes Kollateralgefäßsystem über die Arteria femoralis profunda. Wesentliche Wandveränderungen im distalen Abschnitt der Femoralis, an der Arteria poplitea, sowie an der Arteria tibialis posterior und der Arteria fibularis. Kalkeinlagerungen in der Wandung der Arteria femoralis. Auf Grund des Röntgenbefundes handelt es sich um eine Arterio-Sklerose.

Fall 14: K. J., geb. 24. 3. 1897, männlich.

Messung am rechten Bein: Histaminisierung drei Minuten bei 2,2 mA. Mit Leerdruckband eingestellt auf: rot = 140, grün = 140. Ohne Leerdruckband weiß = 0.
Injektion von 2 ccm Methylenblau in Höhe des rechten Leistenbandes in die Arteria femoralis dextra. Eine Blaufärbung wurde sichtbar, verschwand aber bald wieder in Ober- und Unterschenkel. In der gangränösen rechten großen Zehe blieb die Färbung längere Zeit bestehen.

Dauer des Durchlaufes: 10,3 Sekunden.

Der Ausschlag am Lichtzeiger-Galvanometer war deutlich und weit.

Die A r t e r i o g r a p h i e wurde in vier Serienaufnahmen in Intervallen von fünf Sekunden angefertigt.

Die Punktionsstelle der Arteria femoralis war nicht mit zur Abbildung gelangt. Auf der ersten Aufnahme des Oberschenkels stellte sich die Arteria femoralis stark verändert dar. Die Wandung erschien sehr unregelmäßig und das Lumen zeigte im mittleren und proximalen Bereich starke Einengungen. Am Übergang zum distalen Abschnitt bestand ein vollkommener Verschluß. Dicht oberhalb desselben ging ein sehr enges Gefäß ab, aus dem mehrere größere Gefäße entsprangen. Die Arteria femoralis profunda war mit ihren Ästen nicht gefüllt. Die dargestellten Gefäße entsprangen alle der Arteria femoralis. Im mittleren Bereich zweigte ein größeres Gefäß ab, von dem zahlreiche, relativ stark gewundene, kleinere Gefäße nach lateral zogen.

Auf der zweiten Aufnahme erkannte man noch geringe Kontrastmittelreste im mittleren Abschnitt der Arteria femoralis. Im Verlauf dieses Gefäßes waren in der Wandung stärkere Kalkeinlagerungen zu erkennen. Im distalen Oberschenkelgebiet stellten sich multiple kleine Gefäße dar, bei denen es sich mit größter Wahrscheinlichkeit um Kollateralen der Arterien handelte.

Die erste Unterschenkelaufnahme zeigte nur ein arterielles Gefäß, das, an der Oberfläche gelegen, in den proximalen Abschnitt des Unterschenkels führte.

Die zweite arterielle Phase ließ eine retrograde Auffüllung der Arteria poplitea, der Arteria tibialis anterior und der Arteria fibularis nicht nachweisen. Nur die Arteria tibialis posterior erfuhr eine Füllung durch den Kollateralkreislauf. An diesem Gefäß waren jedoch ebenfalls deutliche Wandveränderungen zu sehen.

Die venösen Phasen zeigten keine stärkeren varikösen Veränderungen.

Auf Grund der relativ schlechten Versorgung des Unterschenkels war das Venensystem in diesem Abschnitt auch nur ungenügend gefüllt.

Als Nebenbefund: Metallsplitter im Bereich der Kniekehle. Der Splitter liegt dorsal des medialen Femurkondylus.

Ergebnis: Hochgradige Arterio-Sklerose der Arteria femoralis mit einem Füllungsabbruch vom mittleren zum distalen Drittel. Im Bereich des Unterschenkels hatte sich nur ein größeres arterielles Gefäß

durch den Kollateralkreislauf aufgefüllt.

Röntgenologisch besteht der Verdacht auf einen Verschluß der Arteria femoralis profunda.

Fall 15: K. K., geb. 10. 2. 1892, Hausfrau.

Punktion der Aorta; Zyklop am linken Fuß angebracht.
Histaminisierung und Einstellung wie vorher.

Diese Messung ist innerhalb der Versuchsreihe an sich ohne wesentliche Bedeutung, da aus dem Ergebnis keine Schlüsse zu ziehen sind, die für die Diagnostik wichtig wären. Sie ist aber insofern interessant, weil man trotz der Injektion des Farbstoffes in die Aorta - man mußte also mit einer geringen Farbstoffmenge rechnen, welche die Arteria dorsalis pedis sinistra passiert - einen wenn auch kleinen Ausschlag an unserem Lichtzeiger-Galvanometer sehen konnte. Eine sehr schwache Blaufärbung ging rasch zurück.

Dauer des Durchlaufes: 13 Sekunden

N e p h r o g r a p h i e : Die Aorta wurde in Höhe der Deckplatte von dem ersten Lumbalwirbelkörper punktiert. Während der ganzen Injektion wurden Serienaufnahmen angefertigt. Es füllte sich bereits der Tribus Halleri mit seinen Ästen und die Arteria mesenteria cranialis. Die beiden Nierenarterien waren gut zur Darstellung gekommen. An der linken Niere stellte sich eine hühnereigroße, gefäßreiche Geschwulst dar.

Fall Nr.	Diagnose	Anzahl der Aufnahmen	Zeitintervalle	Injektion von	Ausschlag am Lichtzeiger	Durchlaufszeit vom Leistenband bis dorsum pedis bzw. d. Arm.
1. re. Bein	keine krankhaften Veränderungen	4	6-6-6-6	2 ccm Indigokarmin	3 mm	9,5 Sek.
2. li. Bein	10 cm lange Stenose der Art. fem.	4	6-6-6-6	2 ccm Indigokarmin	5 mm	33 Sek.
3. re. Bein	Endangitis obliterans	4	6-6-6-6	5 ccm Indigokarmin	9 mm	15 Sek.
4. li. Bein	Varicöse Veränderungen	3	4-10-4	2 ccm Indigokarmin	20 mm	10,5 Sek.
5. re. Bein	Arterio-Sklerotische Veränderungen	4	6-6-6-6	2 ccm Methylenblau	bis außerhalb der Skala	16,2 Sek.
6. li. Bein	Endangitis obliterans	4	5-5-5-7	2 ccm Methylenblau	100 mm	15 Sek.
7. re. Arm	Raynaudsche Krankheit	4	2-2-2-2	2 ccm Methylenblau	bis außerhalb der Skala	3 Sek.
8. re. Bein	Endangitis obliterans	4	6-6-6-6	2 ccm Methylenblau	bis außerhalb der Skala	17 Sek.
9. re. Bein	Arterio-Sklerose mit Femoralisabbruch	4	17-17-17-17	2 ccm Indigokarmin	20 mm	66 Sek.
10. li. Bein	Endangitis obliterans	4	4-4-4-4	2 ccm Methylenblau	bis außerhalb der Skala	3,5 Sek.
11. li. Bein	keine wesentliche Veränderung	4	5-5-5-5	2 ccm Methylenblau	bis außerhalb der Skala	5,0 Sek.
12. li. Bein	keine pathologischen Veränderungen	4	5-5-5-5	2 ccm Methylenblau	bis außerhalb der Skala	5,5 Sek.
13. re. Bein	Stenose der Art. fem.	4	6-6-6-6	2 ccm Methylenblau	langsam! 40 mm	16 Sek.
14. re. Bein	Arterio-Sklerose mit Stenose	4	5-5-5-5	2 ccm Methylenblau	bis außerhalb der Skala	10,3 Sek.
15. Aortographie	Geschwulst in der li. Niere			2 ccm Methylenblau	5 mm	von Aorta bis li.Fuß 13 Sek.!

Zusammenfassung

Aus den angegebenen Versuchen wird ersichtlich, daß der Zyklop der Firma Kipp-Delft-Holland gut für diesen Kreislauftest geeignet ist. Gute Ergebnisse ließen sich bei der Arbeit mit Methylenblau erzielen, da bei diesem Farbstoff schon kleine Mengen (sogar unter 1 ccm) einen Ausschlag am Galvanometer-Lichtfleck ergeben. Dies soll besonders durch den letzten Versuch, bei dem der Farbstoff in die Aorta injiziert wurde, bestärkt werden.

Die Durchlaufszeiten des Farbstoffes durch die Extremitäten weisen große Differenzen in den verschiedenen Messungen auf. Schon daraus kann man also Schlüsse auf den Zustand der Gefäße ziehen. Man könnte sich, wenn die Messungen mit den Zyklopen normale Zeiten ergeben haben, d. h. bei Testung der unteren Extremität 4 - 8 Sekunden und 2 - 4 Sekunden am Arm, eine nachfolgende Arteriographie sparen. Daraus ergäbe sich nicht nur eine Filmersparnis, sondern man wäre auch imstande finanziell schlecht gestellten Patienten zu helfen. Der Test ist sowohl an den oberen als auch an den unteren Extremitäten anwendbar. Auch der Vergleich der Messungsergebnisse an Arm und Bein spricht für die Richtigkeit des Testes. Man erzielt durch ihn eine wesentliche Verbesserung der Aufnahmen bei der Arteriographie, da man die Zeitpunkte der einzelnen Aufnahmen vorher aus den Messungsergebnissen beim Kreislauftest mittels Zyklop berechnen kann. Kleine im Grunde unwesentliche Differenzen der Messung gegenüber den Ergebnissen bei der Arteriographie dürften daher rühren, daß bei der Arteriographie viel größere Dosen (meist 40 ccm) injiziert werden. Hierbei wird ein größerer Druck ausgeübt und vielleicht dadurch eine Beschleunigung des Blutstromes oder eine Erweiterung der Gefäße in diesem Gebiet rein mechanisch erreicht.

Oftmals ist es auch so, daß man schon an Hand der Färbung der Haut durch den injizierten Farbstoff sehen kann, ob die Gefäße durchgängig sind oder ob der Durchlauf stark verzögert ist. Haben wir ungefähr normale physiologische Zeiten, so kann das schrittweise Vorgehen und eine gleichmäßige Verteilung des Farbstoffes am besten beobachtet werden.

Bei Arterien-Stop zeichnet sich die Stophöhe ab, man erkennt eine unregelmäßige Verteilung des Farbstoffes und der Zufluß zu den peripheren Teilen der Extremität ist verlangsamt.

Bei venöser Abflußstörung verteilt sich der Farbstoff gleichmäßig, jedoch bleibt die Färbung länger bestehen, der Abtransport ist verzögert.

Besonders eindrucksvoll in dieser Hinsicht ist der Versuch Nr. 13, bei dem der Zustand der Gefäße schon vor der Arteriographie allein an Hand der Blaufärbung und dem Messungsergebnis relativ genau diagnostiziert werden konnte.

Der Wert des Kreislauftestes mittels Zyklopen liegt also in einer Verbesserung der Aufnahmen bei der Serienarteriographie und der Einsparung von Filmmaterial.

An dieser Stelle möchte ich nicht versäumen, Herrn Privatdozenten Oberarzt Dr. H o l l e für die freundliche Überlassung des Themas meinen besten Dank auszusprechen.

Ferner danke ich Herrn Professor Dr. W. W a c h s m u t h für die Übernahme des Korreferates verbindlichst.

Literaturverzeichnis

Hauptmaier, Stübinger, Wolf	Notfälle der Inneren Medizin. Deutsch.Med.Wschr. 1949
Holle, F.	Der Syncardontest, eine klinische Methode zur Funktionsprüfung der Gefäße bei peripheren Durchblutungsstörungen sowie zur Verfeinerung der Indikation für die Grenzstrangresektion. Ärztl.Wschr. 6.Jhrgg.,Heft 23,1951
Jores, Schwiegk	Lehrbuch der Inneren Medizin.
Kipp-Delft-Holland, Fa.	Gebrauchsanweisung zum Zyklop.
Koehnlein	Über periphere Durchblutungsstörungen und ihre Behandlung. Med. Wschr. 33.Jahrg.
Munk	Lehrbuch der Physiologie.
Pässler	Die Anzeigestellung zur chirurgischen Behandlung von Durchblutungsstörungen. Dtsch.Med.Wschr. 1953
Ratschow, M.	Die peripheren Durchblutungsstörungen.

L e b e n s l a u f

Ich, Rolf L ü t z e l b e r g e r , wurde am 24. Mai 1932 in Coburg als Sohn des Messerschmiedemeisters Arno Lützelberger und seiner Ehefrau Martha, geb. Badermann aus Sonneberg/Thür. geboren.

Die Volksschule besuchte ich von 1938 bis 1943 in Sonneberg in Thüringen.

1943 trat ich in die Oberschule in Sonneberg ein, wo ich im Juni 1951 die Reifeprüfung ablegte.

Im Wintersemester 1951/52 immatrikulierte ich mich an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg, wo ich nach dem Sommersemester 1953 die zahnärztliche Vorprüfung bestand. Nach dem Wintersemester 1954/55 unterzog ich mich der zahnärztlichen Prüfung.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer der angegebenen Literatur keine weiteren Hilfsquellen benutzt habe.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Seite ein Dissertationsthema zur endgültigen Bearbeitung erhalten habe.

Rolf Lützelberger

RUDOLF BAEHR DRUCK- UND WERBETECHNIK
WÜRZBURG OSLOFFSTEINSTR. 3